植 物 分 类 学 报 30(5): 415— 422 (1992)
Acta Phytotaxonomica Sinica

睡莲科叶比较解剖*

陈维培　　张四美

(南京师范大学生物系，南京 210024)

COMPARATIVE LEAF ANATOMY OF NYMPHAEACEAE (S.L.)

CHEN WEI-PEI AND ZHANG SI-MEI

(Department of Biology, Nanjing Normal University, Nanjing 210024)

Abstract Leaf anatomy of six genera was investigated. The petiole of *Brasenia schreberi* possesses a pair of bundles, the other five possess closed, scattered vascular bundles, resembling those of the Monocotyledons. True vessels are absent. Air passages are present in the ground tissue of the petiole except for *Nuphar pumilum*. Leaves are all dorsiventral. Stomatal apparatuses of the Ranunculaceous type are generally confined to the upper surface of the lamina, but fewer stomata are found on the lower surface of the lamina of *Nelumbo nucifera*. The stomatal apparatuses of *Nelumbo nucifera* are of the Haplocheilic type in development, but of the Ranunculaceous type at maturity. Hydathodes and sclerenchymatous idioblasts are present only in *Nelumbo nucifera*. Glandular hairs and hydropotens occur on the lower surface of the lamina in all the investigated species except *Nelumbo nucifera*. Astrosclereids are present in all the taxa except *Brasenia schreberi* and *Nelumbo nucifera*. According to observations we consider that the genus *Brasenia* is a primitive one in Nymphaeaceae and it has a close phylogenetic relationship with *Cabomba*. They may be treated as an independent family, Cabombaceae, which is better included in the order Nymphaeales. *Nymphaea*, *Nuphar*, *Euryale* and *Victoria* are closely related to one another and should be retained in the family Nymphaeaceae. *Nelumbo* shows specialized features distinct from those of the rest of the Nymphaeaceae. It should be segregated not only as a distinct family but also as a distinct order, Nelumboales.

Key words Nymphaeaceae, Leaf; Comparative anatomy

摘要　本文报道了睡莲科 6 个种比较解剖学的研究结果。莼菜的叶柄具一对维管束，其它 5 个种为有限的、星散排列维管束，它们与单子叶植物相似；叶柄基本组织中除萍蓬草无气道外，其它种均

* 国家自然科学基金资助课题。程国民同志协助绘图，谨表谢意。

1990.05.22 收稿。

有。叶为两面叶，毛茛型气孔局限分布于叶腹面，但莲叶背面亦发育有少量气孔。莲的气孔在发育时属单唇型，成熟时则呈毛茛型。排水器、厚壁异细胞只见于莲。腺毛及吸水器除莲外，供研究的其它种在叶背面均存在。除莼菜及莲外，其它种都有星状石细胞。

根据本文的观察结果，我们认为莼菜属是睡莲科中较简化的属，它和 *Cabomba* 属有密切的亲缘关系，它们可独立成莼菜科(Cabombaceae)，包括于睡莲目内。睡莲属、萍蓬草属、芡属和王莲属(*Victoria*)彼此亲缘关系密切，可留于睡莲科。莲属具独特的形态，与睡莲科的其它属亲缘关系不甚密切，因此，不但可分立为莲科，而且可独立成莲目。

关键词　睡莲科；叶；比较解剖

睡莲科起源古老，形态独特，又兼具若干单子叶植物性状，对探讨原始被子植物系统演化及单子叶植物起源都有重大意义，但对其分类学位置至今仍有不同见解。Caspary (1888)将睡莲科分立莲亚科、莼菜亚科和睡莲亚科。Bessey (1915)则将其独立成三个科，他把莼菜科、莲科置于毛茛目，睡莲科置于罂粟目。李惠林(1955)指出睡莲科是具不同起源的植物群，主张另立莲目和芡目，并把睡莲科(狭义)置于毛茛目。Takhtajan (1959、1980)赞同立莲目，但保留睡莲目，并认为它与单子叶植物起源有关。

鉴于前人文献尚不充分，且着重报道有关睡莲科的繁殖器官，对营养器官的研究甚少，作者对睡莲科主要代表植物的叶，作了比较解剖研究，以期为睡莲科植物属的鉴别和探讨该科的分类学位置提供新的论证。

材料和方法

睡莲科植物共有8个属，在我国野生或栽培的已有6个属，本研究仅从各属中选出一个种作为代表进行比较和论述。有关各属内的种间区别，将另文报道。研究材料见表1。

表1　本研究应用的材料种类

Table 1　The Taxon studied in this work

1. 莼菜属　*Brasenia*，莼菜　*B. schreberi*；	2. 睡莲属　*Nymphaea*，白睡莲　*N. alba*；
3. 萍蓬草属　*Nuphar*，萍蓬草　*N. pumilum*；	4. 莲属　*Nelumbo*，莲　*N. nucifera*；
5. 芡属　*Euryale*，芡　*E. ferox*；	6. 王莲属　*Victoria*，亚马逊王莲　*V. amazonica*.

莼菜、莲、芡采自苏州地区的太湖沿岸，萍蓬草、白睡莲、亚马逊王莲则采自我校园中，材料包括有幼嫩和成长的浮水叶或挺水叶，部分用徒手切片，并用番红染色，其余用甲醛－冰醋酸－乙醇(50%)混合液固定，经石蜡包埋，制成每片厚度为7—12μm的切片，用番红－固绿或铁矾－苏木精染色。

观察结果(表2)

(一)叶的外部形态特征

从种子萌发的种苗，除莲全为盾叶外，其它种类均具锥形叶。成长叶片盾形、圆形或椭圆形。基部开裂的有白睡莲及萍蓬草，其余为全缘。大者直径在1m以上，见于芡及亚马逊王莲；小者直径只2—10cm，如莼菜。叶柄长，能随水深作一定伸长，以芡、亚马逊王莲为最粗壮；除莲外，表面多被有腺毛；莲、芡、亚马逊王莲具刺。有沉水、浮水及挺水(仅莲)三种生态型的叶。叶脉作辐射状排列，脉端二叉分，实为变态的掌状

脉，只具一条主脉，其脉端不作二分叉（陈维培 1986）。

（二）叶的内部构造

1．叶柄结构

表皮：莲具乳头状突起及由多细胞组成的刺。莼菜、白睡莲、萍蓬草等都被有长或短的腺毛或二者兼具。亚马逊王莲、芡有腺毛及由多细胞组成的刺。表皮上气孔缺如或发育不全。

基本组织：由多层薄壁组织细胞组成，排列稀疏，间隙大，层次数量不一。其中以莲的细胞层次最多，约有 140 层；最少的为莼菜，约有 40 层细胞。其余如萍蓬草约有 50 层，白睡莲为 70 层，芡及亚马逊王莲约有 110 层。中央无髓部分化。

气道：除萍蓬草基本组织中的薄壁细胞彼此连结成网状结构而未形成气道外，其余种类的基本组织中均分布有不同数量的大小气道，形成分类的明显特征。例如莼菜有 11 个大气道，其内侧尚有2 — 3 个小气道。白睡莲、莲、芡、亚马逊王莲都具有 4 个大气

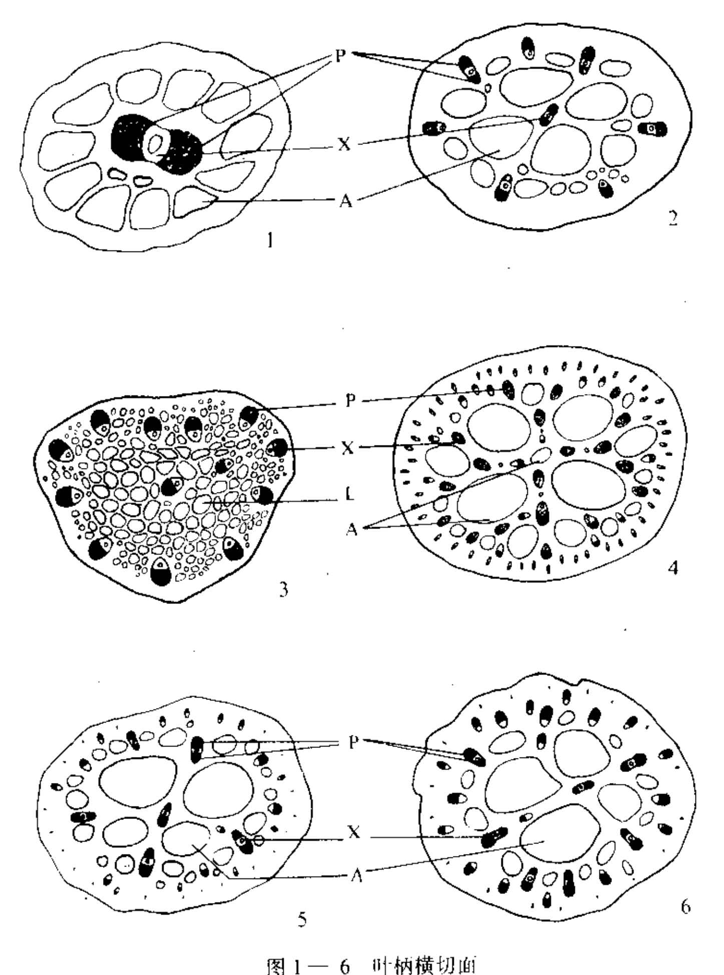


图 1 — 6　叶柄横切面

Fig.1 – 6. Transections of petioles (1 — 6. ×15)

1. *B. schreberi*； 2. *N. alba*； 3. *N. pumilum*； 4. *N. nucifera*； 5. *E. ferox*； 6. *V. amazonica*.
A. 气道 Air passages； L. 空腔 lacunae； P. 初生韧皮部 primary phloem； X. 初生木质部 primary xylem.

表 2 比较解剖结果

Table 2 Comparative anatomical data of six genera in Nymphalaceae (S. L.)

种名 Species 特征 Character	莼菜 *B. schreberi*	白睡莲 *N. alba*	萍蓬草 *N. pumilum*	莲 *N. nucifera*	芡 *E. ferox*	亚马逊王莲 *V. amazonica*
气孔类型 Types of stomata	毛茛型 Ranunculaceous	毛茛型 Ranunculaceous	毛茛型 Ranunculaceous	发育时单唇型，成熟时毛茛型 Haplocheilic in development. Ranunculaceous at maturity	毛茛型 Ranunculaceous	毛茛型 Ranunculaceous
气孔分布 Stomatal distribution	上表皮 upper surface	上表皮 upper surface	上表皮 upper surface	上表皮和下表皮 upper surface and lower surface	上表皮 upper surface	上表皮 upper surface
气孔周围细胞数 Surrounding cells of stomata	5—9	5—7	5—7	5—7	5—7	5—9
腺毛的类型 Types of grandular hairs	长 long	短 short	长及短 long and short	无 absent	长及短 long and short	长及短 long and short
排水器 Hydathode	无 absent	无 absent	无 absent	有 present	无 absent	无 absent
吸水器 Hydropoten	有 present	有 present	有 present	无 absent	有 present	有 present
吸水器周围细胞数 Surrounding cells of hydropoten	5—7	5—9	5—7	无 absent	5—7	5—7
星状石细胞 Astrosclereid	无 absent	有 present	有 present	无 absent	有 present	有 present
延伸的维管束鞘 Extended bundle sheath	无 absent	有 present	无 absent	无 absent	有 present	无 absent
叶柄中维管束类型 Types of vascular bundle in petiole	成对 doudle	单个及成对 simple and doudle	单个 simple	单个 simple	单个及成对 simple and doudle	单个及成对 simple and doudle
初生木质部空腔数 Lacuna number of primary xylem	1	1	1	3	1	1
叶柄中气道数 Air passages number of petiole	大 large 11	大 小 large 4, small 8—9	无 absent	大 小 large 4, small 11—12	大 小 更小 large 4, small 8, smaller 12	大 小 large 4, small 8
草酸钙结晶 Calcium oxalate crystal	无 absent	有 present	有 present	有 present	有 present	有 present
厚壁异细胞 Sclerenchymtous idioblast	无 absent	无 absent	无 absent	有 present	无 absent	无 absent

道，但小气道各不相同。白睡莲大气道的外侧有8—9个小气道，而莲则有10多个小气道，且在中央处还有1个小气道。芡及亚马逊王莲极相似，大气道外侧各具8个小气道，但芡的8个小气道之外尚有12个更小的气道，藉此可作区别依据(图1—6)。

白睡莲、萍蓬草、芡、亚马逊王莲气道边缘的薄壁组织细胞，发育有不同分支形式的星状石细胞，其上分布有大量的小块状草酸钙结晶(图版2: 23—26)。莲则发育成厚壁组织异细胞(Sclerenchmatous idioblasts)，是由薄壁组织细胞径壁的加厚而成，它可以和更内层的厚壁化细胞连在一起,组成柱状不分支的多细胞结构,在其顶端具有一枚星芒状的草酸钙结晶(图版2: 27)，与星状石细胞迥然不同(陈维培 1988)。莼菜气道中未见有星状石细胞或厚壁异细胞。

维管束: 除莼菜外，均分散排列于基本组织中。中央部分亦有维管束的分布，且自外而内排列成多圈，状似单子叶植物茎的构造(图1—6)。从结构上可分为三种类型。

(1) 外韧型的单个维管束；初生木质部有1个空腔(图版2: 9)。(2) 外韧型的单个维管束，初生木质部有3个空腔(图版2: 10)。(3) 双韧型维管束状，由2个外韧维管束结合而成。初生木质部彼此相对，其中有一个空腔(图版2: 11)。(2) 项只见于莲，(1),(3) 两项则见于其它5个种，但结合形式和排列的圈数并不一致。

莼菜叶柄中只有1个双韧形维管束(图1)。白睡莲的维管束则分散排列成3圈，其中大多数属双韧型，中央亦有一个双韧型维管束(图2)。萍蓬草的维管束均属外韧型，排成2圈，外圈有11个，中央为2个(图3)。莲的维管束数量较多，排成4—5圈，均属外韧型，当中为气道而无维管束(图4)。芡的维管束亦排成4—5圈，但第1—3圈为外韧型，第4圈和中央的维管束则结合成双韧型(图5)。亚马逊王莲与芡相似，维管束排列成4—5圈，但其中只有大的维管束及中央的一个维管束为双韧型(图6)。

2. 叶片结构

在横切面上呈现出比陆生植物更多样化的结构，并能显示出属种间的区别与联系(图版1: 1—6)。

表皮: 上表皮由一层排列整齐的细胞组成，朝外壁稍具角质加厚，莲则兼具有乳头状突起，细胞中核显著，含叶绿体。下表皮亦仅一层细胞，排列不规则。莲及白睡莲的下表皮之内尚有一层皮下层细胞，内含单宁(图版1: 2，4)。

气孔: 仅分布于莼菜、白睡莲、萍蓬草、芡及亚马逊王莲浮水叶的上表皮，下表皮上未见。但莲的挺水叶，除上表皮有气孔外，下表皮上亦有少量气孔。横切面上各个代表种气孔的保卫细胞在脊部均作不同程度的角质加厚，形成了上拱型的水生植物气孔(图版2: 7)。表面观属毛茛型(Ranunculaceous type)，无副卫细胞，它周围的表皮细胞呈辐射状排列，其体积大小及数量各有差别。莼菜和亚马逊王莲周围表皮细胞可多达5—9个，白睡莲、萍蓬草、芡和莲通常为5—7个，但莲的气孔在发育早期，其保卫细胞的一侧会出现一个副卫细胞状的细胞(图版2: 12—17)。

孔下室: 位于气孔之下，面积大小随植物种类及发育阶段而变化。幼叶或沉水叶因无气孔或分化不完善，孔下室很小或不存在，发育成熟的浮水叶或挺水叶上，则相应出现不同大小的孔下室。其中以亚马逊王莲、白睡莲、芡的孔下室较大，萍蓬草及莼菜次之，莲的较小(图版1: 1—6)。

排水器：是植物把体内多余水分排出体外的适应结构。经观察，除莲具有排水器外，其余种类均缺如。莲的排水器集中分布于叶片中央，与叶柄相连处，该处是维管束进入叶片的结集处，有利于水分的运输和排出。水孔的形态与气孔相似，但因保卫细胞的壁显著加厚而失去关闭的能力，故总是敞开着，在横切面上，水孔之下是一个椭圆形的孔下室，两侧没有栅栏组织发育，只有数层扁平的薄壁细胞，孔下室之下为数层排列疏松与脉梢管胞相连的输导薄壁组织细胞，这些部分构成了莲的排水器(图版2：8)。

腺毛：由表皮细胞分裂而成的多细胞结构，主要功能是分泌粘液，分为基细胞和顶细胞两部分。扁平的基细胞壁较厚，通常为2个，稀为3个。如亚马逊王莲，顶细胞呈帽状或膨大成棒状，由1—多个细胞组成，其形状和数量可作为分类的重要依据。例如莼菜具2个基细胞和1个成棒状膨大的顶细胞。白睡莲和萍蓬草的基细胞均为2个，但前者顶细胞为帽状，后者长或短棒状。芡及亚马逊王莲兼具帽状和棒状的长短二种腺毛。但芡的基细胞为2个，顶细胞有1—6个，而亚马逊王莲的基细胞有2—3个，顶细胞只有1—3个。莲则未见有腺毛存在(图版1：1，2，3，5，6)。

吸水器：Metacalfe(1979)认为吸水器具有吸收水和无机盐的功能，它起源于表皮细胞，分布于叶的下表皮。当腺毛顶细胞脱落后，由留下的基细胞特化而成，外观呈圆形或椭圆形，周围排列有不同数量和大小的表皮细胞，它们共同组成了吸水器。在光镜下观察，吸水器细胞呈透镜状，细胞质浓，核较大，没有大的液泡，有叶绿体。吸水器的空腔直径大小并不一致，以亚马逊王莲为较大，莼菜的较小，其它种则大小相似。吸水器的周围表皮细胞数量和形态亦可见到有种种变化(图版2：18—22，28)。

叶肉：栅栏组织细胞的长短和层次的多少，以及空隙的发育程度各不相同，海绵组织所占的体积亦各有别。莼菜栅栏组织有3—5层细胞，海绵组织细胞层次较少，约占总面积的2/3。白睡莲的海绵组织细胞间隙发达，所占面积比栅栏组织要大得多，约占总面积的4/5以上。萍蓬草的栅栏组织细胞层次及所占总面积与莼菜相似，但海绵组织细胞排列更为疏松。芡和亚马逊王莲的叶肉组织较为独特，在叶脉处的海绵组织特别发达，它与下表皮一起向水中突出成网格状。莲的栅栏组织只有3—5层短柱状细胞，排列紧密，海绵组织发达，占总面积的4/5以上，且大多已破坏成空腔，仅由1—2层充满着单宁的薄壁细胞使彼此联络起来，构成了与上述各种显著不同的结构(图版1：4)。叶肉中除莼菜及莲外，其它四个种中均发育有不同形状的星状石细胞。

维管束：在横切面上，各属的代表种其维管束结合形式是不同的，在叶肉中作单个排列的如莼菜，数个排列在一起的有萍蓬草，排列成纵行的则有白睡莲和莲。芡及亚马逊王莲的维管束亦成纵行排列，且一直分布至呈网格状突起的部分(图版1:5,6)。

各代表种的每一维管束结构大抵相似，初生木质部在上，其组成分子较少，有些已破坏成空腔，但其数量没有像叶柄中那样有规律和明显区别，空腔已失去运输功能，只起通气作用。韧皮部则保留较多的分子，有筛管、伴胞、薄壁组织细胞和少量纤维。

讨　论

Metacalfe(1957)认为睡莲科植物叶的气孔只局限分布于上表皮，且均属毛茛型。Grüss(1927)则看到萍蓬草叶下表皮亦有气孔，Gupta(1968)观察到成长的莲挺水叶背

面有败育气孔存在。其后 Farooqui (1980) 在芡和睡莲叶的下表皮观察到有气孔分布。他和 Pant (1965) 一致认为睡莲科的气孔是属于周源型，即保卫细胞和副卫细胞无共同起源。根据作者观察：(1) 莼菜、白睡莲、萍蓬草、芡及亚马逊王莲等只在浮水叶的上表皮有毛茛型气孔存在，下表皮并无气孔分布。(2) 莲挺水叶除上表皮有气孔外，在整个叶生育期中，下表皮亦有少量正常的气孔，但其中一些会随着叶的成熟而逐渐变形，甚至消失。(3) 莲的气孔发育与其它 5 个种显然不同，它是由气孔母细胞分裂成 2 个子细胞后，其中 1 个体积较小的类似分生组织细胞沿长轴平行方向分裂出 2 个保卫细胞，故其中有 1 个周围细胞起源自气孔母细胞，只在后来才逐渐增大，成为周围表皮细胞状态，呈毛茛型，但在发育早期则原于单唇型，它与其余属的周源型气孔显然不同，为此，我们赞同 Gupta (1968) 有关莲气孔发育的意见，并认为这是分类上的重要依据。

Mayr (1915) 认为睡莲科植物并无吸水器，Metacalfe 等 (1979) 则认为除莲属外，莼菜属、睡莲属、萍蓬草属、芡属及王莲属成长叶下表皮均有吸水器，而且王莲属叶上表皮亦有。Kristen (1971) 认为莲卷褶着的沉水幼叶有吸水器。据观察，莼菜、白睡莲、萍蓬草、芡、亚马逊王莲等浮水叶开展后，下表皮的腺毛即开始脱落，基细胞便可逐渐变成吸水器。但在亚马逊王莲叶的上表皮及莲的上下表皮上，均未发现吸水器存在。

Metacalfe (1957) 曾认为 莼菜叶脉交叉处亦有排水器存在。本文作者认为他所谓的排水器实与莼叶气孔下的结构形式相似。因为该处气孔仍能开闭，孔下室两侧发育有栅栏组织，其下又无输导薄壁组织细胞及与之相连的脉梢管胞存在。故并非真正的排水器构造 (图版 2: 29)。

根据 6 个属代表植物叶的比较解剖特征 (表 2)，我们认为尽管它们之间存在着不少差异，但在盾叶的形式和发育过程方面 (Troll 1932; Roth 1952; 陈维培 1986、1989)，毛茛型的上拱气孔、两面叶的分化、维管束结构和排列、只有管胞而无导管等方面是基本一致的，显示出它们之间可能存在一定的亲缘关系，而非仅是由于水生环境而凑合在一起的植物群。其中白睡莲、萍蓬草、芡及亚马逊王莲等在气孔器、腺毛、吸水器、星状石细胞 、草酸钙结晶及维管束结构和结合形式更为相似，而与别科的水生植物差异甚大，作者认为这是亲缘关系较近的证据，这些植物仍应置于睡莲科。莼菜叶内无星状石细胞及草酸钙结晶，叶柄中维管束只有一对，它可能是睡莲科 (广义) 中更为简化的类群，可另列为莼菜科。莲具有沉水、浮水、挺水三种生态型的叶，上下表皮均有气孔，且属单唇型发育。叶上有乳头状突起及排水器 (陈维培 1988)，而无星状石细胞、腺毛及吸水器。此外，它的维管束单个分散排列，具三个由初生木质部分子形成的空腔。以上表明莲比其它 5 个属的代表种具有更多的独特性状，本文作者认为这是作为莲属植物独立为莲科乃至莲目的新论据，但莲目仍与睡莲目有亲缘关系。从上述叶部解剖特征可看到，气孔的分布部位、发育的型式、吸水器及排水器的有无、气道的数目、维管束的形成及星状石细胞的存在与否，可作为属分类的重要依据。

参 考 文 献

[1] 陈维培，张四美，1986: 莼菜盾叶的发育。植物学报，**24** (2): 186 — 190。

[2] ———— ，1988: 莲的生态解剖学研究。生态学报，**8** (3): 277 — 282。

[3] ———— ，1989; 莲的根茎构造，伸长与增粗。植物学报，**31** (3): 191 — 197。

[4] Bessey, C. E., 1915: The phylogenetic taxonomy of flowering plants. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **2**: 109 — 164.

[5] Caspary, R. 1888: Nymphaeaceae. In Engler & Prantl (ed.): Die Natürlichen Pflanzenfamilien. Wilhelm Engelmann, Leipzig. 3(2): 1 — 10.

[6] Farooqui, P. 1980: Ontogeny of stomata in some Nymphaeaceae. *Proc. Indian Acad. Sci.* (Plant Sci.). **89**(6): 437 — 442.

[7] Gruss, J. 1927: Die luftblatter der Nymphaeaceen. *Ber. Deut. Bot. Ges.* **45**: 454 — 458.

[8] Gupta, S.C., Paliwal, G.S. and Ahuja, R. 1968: The stomata of Nelumbo nucifera: formation, distribution and degeneration. *Amer. J. Bot.* **55**(3): 295 — 301.

[9] Kristen, H. 1971: Licht-und elektrinenmikroskopische untersuchungen zur entwicklung der hydropoten von Nelumbo nucifera. *Ber. Deut. Bot. Ges.* **84**: 11 — 24.

[10] Li, Hui-lin. 1955: Classification and phylogeny of Nymphaeaceae and allied families. *Amer. Mid. Naturalist.* **54**(1): 33 — 41.

[11] Mary, F. 1915: Hydropoten an wasser-und sumpfpflanzen. *Beih. Bot. Zbl.* 1, 32: 278 — 371.

[12] Metcalfe, C. R. and chalk, L. 1957: Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford, 1: 67 — 71.

[13] ——————, 1979: Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford, 2nd. **1**: 162 — 165.

[14] Pant, D.D. 1965: On the ontogeny of stomata and other homologous structures. *Plant Sci. Ser.* 1: 1 — 24.

图版说明 Explanation of plates

图版 1 1 — 6. 叶片横切面，示构造；

图版 2 7. 叶片横切面，示气孔； 8. 叶片横切面，示排水器； 9— 11. 叶柄横切面，示维管束类型； 12 — 17 平面观，示器孔类型； 18 — 22. 吸水器类型； 23 — 26. 星状石细胞类型； 27. 叶柄横切面，示异型厚壁细胞； 28. 叶片横切面，示吸水器； 29. 叶片叶脉交叉处横切面； 30. 叶片横切面，示残留气孔。

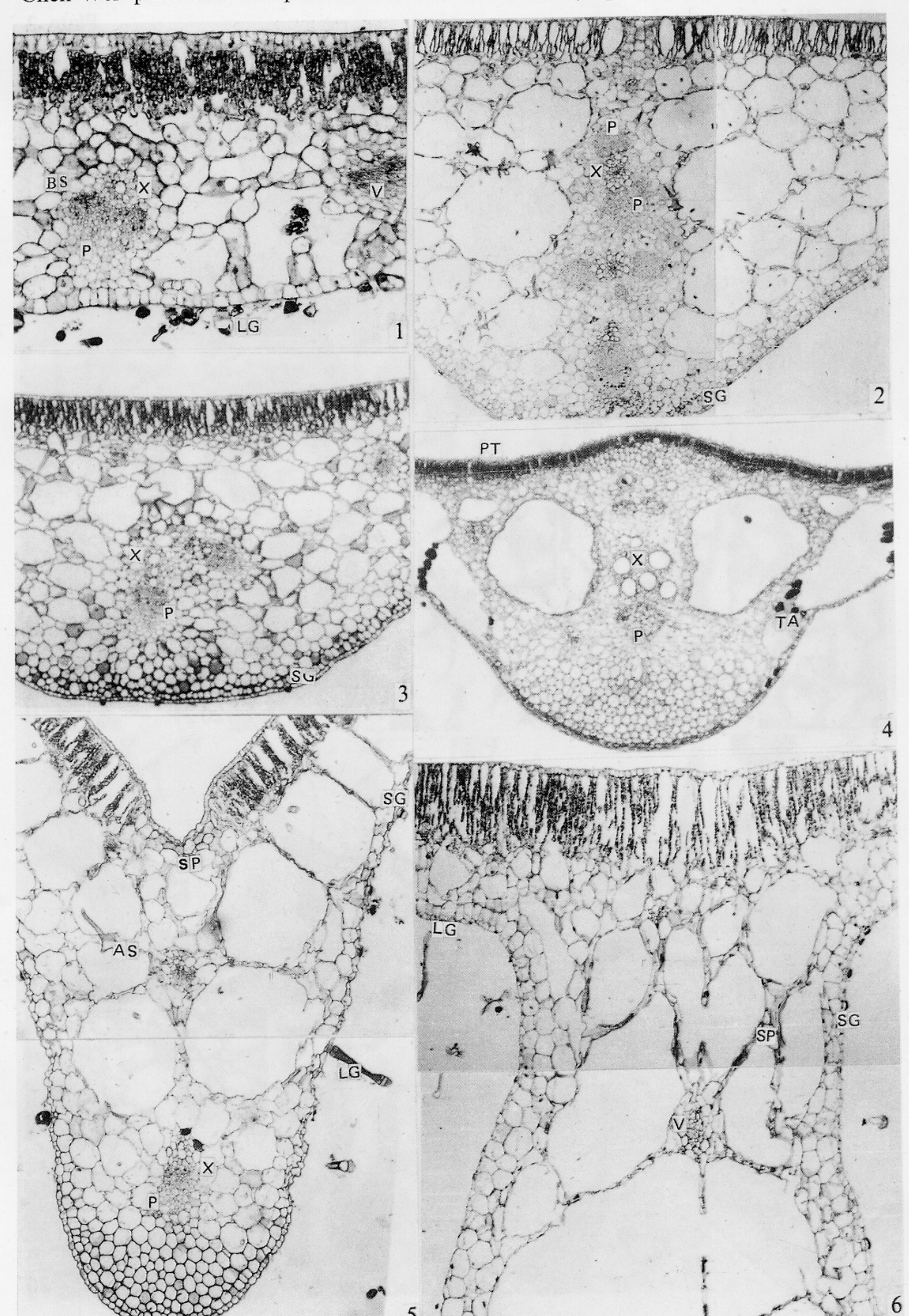
1, 12, 18, 29. 莼菜； 2, 7, 11, 13, 19, 23, 28. 白睡莲； 3, 14, 20, 24. 萍蓬草； 4, 8, 10, 15, 27, 30. 莲； 5, 9, 16, 21, 25. 芡； 6, 17, 22, 26. 亚马逊王莲。 (1 — 30. ×50)

Plate 1 1 — 6. Transections of laminae, showing the structures.

Plate 2 7. Transection of lamina, showing the Stomata. 8. Transection of lamina, showing the Hydathode. 9— 11. Transections of petiolesshowing the types of Vascular bundles. 12 — 17. The surface views, showing the types of stomata. 18 — 22. Types of Hydropotens 23 — 26. Types of astrosclereids. 27. Transection of petiole, showing the sclerenchymatous idioblast. 28. Transection of leaf lamina, showing the Hydropoten. 29. Transection of leaf lamina at the points of junction of the anastomosing viens. 30. Transection of leaf lamina, showing the rudimentary stoma.

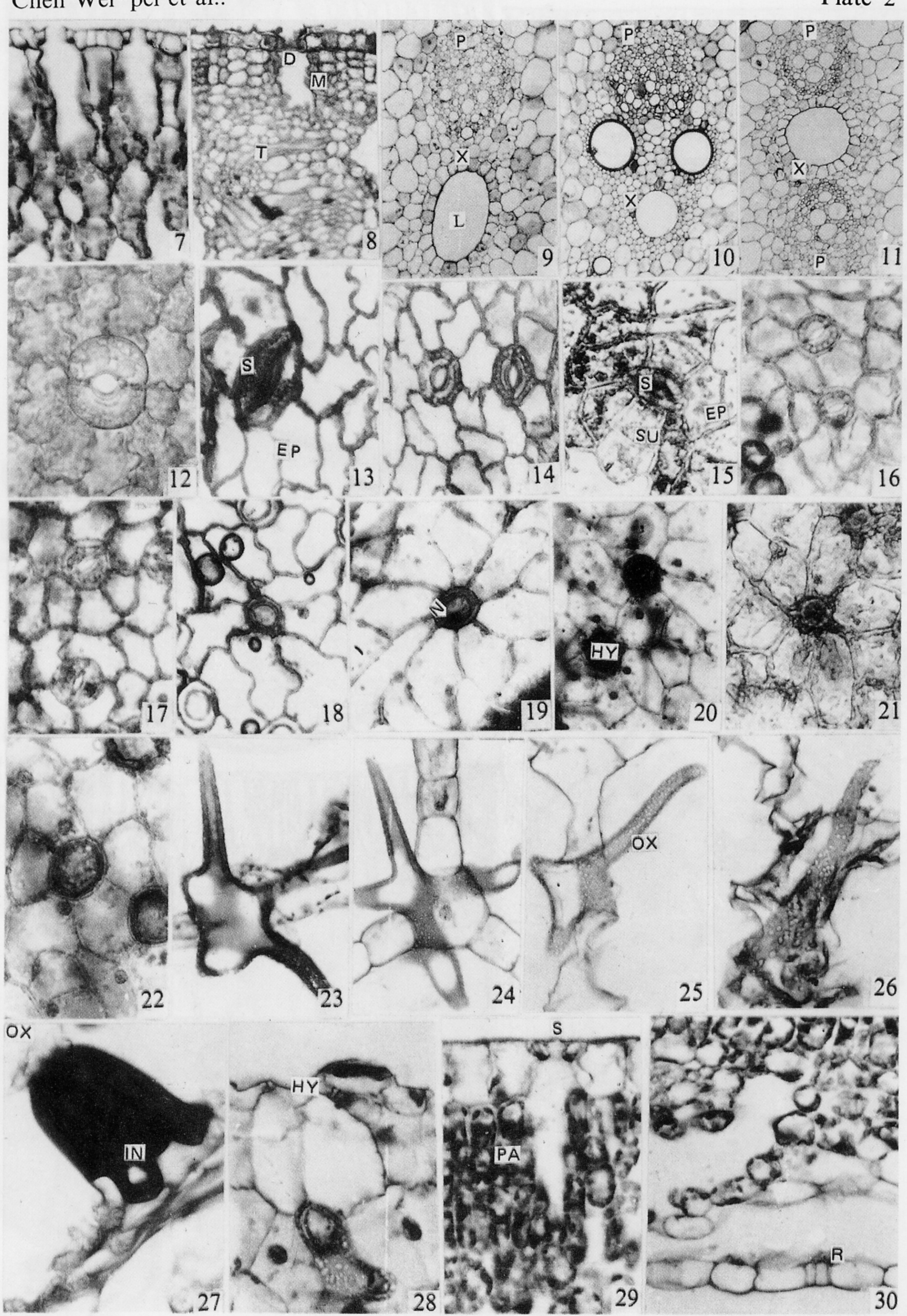
1, 12, 18, 29. *Brasenia schreberi*; 2, 7, 11, 13, 19, 23, 28. *Nymphaea alba*; 3, 14, 20, 24. *Nuphar pumilum*; 4, 8, 10, 15, 27, 30. *Nelumbo nucifera*; 5, 9, 16, 21, 25. *Euryale ferox*; 6, 17, 22, 26. *Victoria amazonica*. (1 — 30. ×50)

A. 气道 Air passage; As. 星状石细胞 Astrosclereid; Bs. 维管束鞘 Bundle sheath; C. 输导薄壁组织 Conducting parenchyma; D. 水孔 Water pore; EP. 外围表皮细胞 surrounding epidermal cells; Ex. 延伸的维管束鞘 Extension bundle sheath; H. 排水器 Hydathode, Hy. 吸水器 Hydropoten; L. 空隙 Lacuna; LG. 长腺毛 Long glandular hair; M. 薄壁组织细胞 Parenchyma cells; N. 核 Nucleus; Ox. 草酸钙结晶 Calcium oxalate crystals; P. 初生韧皮部 Primary phloem; PA. 栅栏组织 Palisade parenchyma; PT. 乳头状突起 Papillae; S. 气孔 stoma; SG. 短脉毛 Short glandular; SP. 海绵组织 Spongy parenchyma; Su. 副卫细胞 Subsidiry cell; T. 管胞 Tracheid; TA. 单宁细胞 Tannin cells; V. 维管束 Vascular bundle; X. 初生木质部 Primary xylem.



... at the end of text

图版 2
Plate 2



see explanation at the end of text